

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ АВАРИЙНОСТИ ПО МЕТОДУ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ОПАСНОСТИ НА РЕГУЛИРУЕМЫХ ПЕРЕКРЕСТКАХ

Асп. КАПСКИЙ Д. В.

Белорусский национальный технический университет

Вероятное число аварий на исследуемом объекте определяется по формуле

$$P_A = \sum_{j=1}^M \eta_{poj} \left(\sum_{i=1}^{N_j} P_{oij} \right),$$

где P_A – расчетная аварийность данного вида, аварий/год; P_{oij} – базовая потенциальная опасность в конфликтной i -й точке по j -му виду конфликта (нерегулируемого, межфазного или внутрифазного), ед.; N_j – количество конфликтных точек j -го конфликта; M – число видов конфликтов; η_{poj} – коэффициент приведения для j -го вида конфликта к базовой опасности, аварий/ед. год.

Потенциальная опасность регулируемого перекрестка определяется по формуле

$$P_o = P_{op} \gamma + P_{онер} (1 - \gamma),$$

где P_o – суммарная потенциальная опасность регулируемого перекрестка; P_{op} – потенциальная опасность регулируемого перекрестка при работе в режиме регулирования; $P_{онер}$ – то же в нерегулируемом режиме; γ – продолжительность работы перекрестка в режиме регулирования;

$$\gamma = \frac{t_p}{t_{нагр}},$$

где t_p – продолжительность работы перекрестка в режиме регулирования, ч; $t_{нагр}$ – суммарная продолжительность работы перекрестка под существующей транспортной нагрузкой. Величины t_p и $t_{нагр}$ определяются экспериментальным путем, при отсутствии данных можно принимать $\gamma \approx 0,8$.

Рассмотренный выше алгоритм прогнозирования аварийности по методу потенциальной опасности позволяет учесть большинство факторов и их комбинаций, влияющих на возникновение аварий. Экспериментальные исследования входных параметров (характеристик дорожного движения) и выходных параметров (статистических данных об аварийности) на исследуемых участках улично-дорожной сети (УДС) должны обеспечить нахождение зависимости, которая бы позволила усовершенствовать уже имеющиеся теоретические основы по данному методу прогнозирования, более точно определить и оценить качество объекта дорожного движения (ОДД) по критерию опасности.

Структура исследований выглядит следующим образом:

1. Сбор данных-характеристик дорожного движения и статистики аварийности для заданной выборки исследуемых объектов.
2. Расчет потенциальной опасности для каждого объекта и нахождение зависимости между потенциальной опасностью и аварийностью.
3. Изменение расчетных зависимостей и повторный расчет потенциальной опасности до тех пор, пока не будет достигнута наивысшая сходимость результатов (машинный эксперимент).

Экспериментальные исследования включают: обследование условий движения, измерение характеристик транспортных потоков.

Задачами экспериментального исследования являются:

1. Сбор исходных данных и статистическая обработка.
2. Нахождение зависимости между потенциальной опасностью и количеством аварий.
3. Разработка методики прогнозирования аварийности методом расчета потенциальной опасности.

Проводился пассивный машинный эксперимент. Решались задачи: одновременного варьирования всеми переменными, определяющими процесс возникновения аварий, по специальным правилам – алгоритмам; поиска оптимальных условий; выбора существенных факторов; оценки и уточнения констант существующей теоретической методики.

Выходной параметр – количество аварий. Входной параметр – потенциальная опасность.

Программа для расчета потенциальной опасности возникновения конфликта типа «транспорт–транспорт» на регулируемых перекрестках при регулируемых и нерегулируемых режимах его работы исполнена на языке программирования «DELPHI».

Входная информация содержит необходимые сведения об интенсивности и скорости движения, составе конфликтующих транспортных потоков, параметрах светофорного цикла, условиях движения, типах пересечения, видах конфликта, названии конфликтной точки.

Исходные данные вводятся расчетчиком самостоятельно в диалоговом окне. В зависимости от типа пересечения и вида конфликта в программу заносится определенный перечень исходных данных:

- коэффициент влияния конфликтных потоков на вероятность возникновения конфликта; фактическое расстояние видимости; разрешенная скорость движения на данном участке; коэффициент сцепления; коэффициент неравномерности (скользкость); ширина полосы движения; величина продольного уклона (спуск); скорость движения транспортных потоков на подходе к перекрестку; коэффициент присутствия инспектора;
- угол между траекториями движения конфликтующих потоков;
- расстояние от конфликтной точки до стоп-линии со стороны главного и второстепенного транспортных потоков;
- параметры светофорного цикла (длительность горения зеленого сигнала для данного направления; длительность горения желтого сигнала для второстепенного транспортного потока; продолжительность переходного интервала; мигание зеленого сигнала; длительность цикла);
- вид конфликта (межфазный или (и) внутрифазный, нерегулируемый (по умолчанию)); номер конфликтной точки;

- количество замеров интенсивности движения, скорости движения транспортных потоков, потока насыщения для конфликтующих направлений;

- количество аварий, совершенных в данной точке (зоне) за три года;

- длительность работы перекрестка в регулируемом режиме по отношению к общему времени работы.

Далее в отдельных окнах расчетчиком вводятся исходные данные для определения интенсивности движения транспортных потоков, скорости движения конфликтующих потоков и потока насыщения.

Для устранения последствий неправильного (ошибочного) ввода данных в программе предусмотрена возможность возврата предыдущего исполнения («BACK», а затем «NEXT»). После завершения ввода данных происходит расчет с автоматическим запросом на сохранение информации, которую можно сразу же просмотреть. При необходимости определения потенциальной опасности в другой конфликтной точке (зоне) экран программы обновляется автоматически с сохранением ранее введенной информации, и происходит новый ввод информации или корректура ранее введенной.

Выходная информация состоит из двух блоков: вопросов и сообщений, которые выводятся на экран дисплея и адресованы пользователю, а также данных о результатах работы программы, которые могут выводиться на печать.

Вопросы, выводимые на экран, содержат перечень необходимых исходных данных в соответствии с системой входной информации. Подсказки и сообщения, которые появляются на экране, помогают пользователю ориентироваться в перечне вводимых исходных данных и действиях, совершаемых над ними.

Данные о результатах работы программы, автоматически сохраняющиеся и выводимые на печать, содержат все введенные исходные данные с названиями соответствующих переменных, под которыми они используются в программе, и данные о результатах расчета.

Сохраняются и печатаются следующие переменные:

- начальная вероятность конфликта в данной точке;

- вероятность появления в конфликтной зоне одновременно двух и более конфликтующих участников;

- коэффициенты вида конфликта, скоростей, плотности транспортного потока, условий, нарушений;

- интенсивность и скорость движения, поток насыщения по конфликтным направлениям (математическое ожидание, коэффициент вариации, среднее квадратическое отклонение, максимальное значение);

- потенциальная опасность в данной конфликтной точке (зоне) и суммарная потенциальная опасность на рассматриваемом перекрестке.

Все исходные данные, задаваемые вначале вручную, образуют файловую базу данных, которая содержит исходные данные, необходимые для расчета потенциальной опасности, а также результаты расчета потенциальной опасности по существующей методике. Внутри каждый файл, имеющий название, соответствующее конфликтной точке перекрестка, разбит на секторы или подсистемы, содержащие набор сведений и показателей, что обеспечивает их упорядоченный

сбор, контроль, ввод в ЭМВ, хранение, обработку и выдачу.

Программное обеспечение выполняет следующие функции:

1. Управление базой данных. Возможность ввода данных, контроль за вводимой информацией; запись и корректировка информации; извлечение исходных данных для дальнейшей обработки и т. д.

2. Анализ полученных расчетных данных специальными программами математической обработки данных.

3. Генерация сообщений. Результаты обработки данных представлены в виде, удобном пользователю (таблицы, графики, диаграммы).

4. Генерация программы. Обеспечивает настройку программного комплекса (блока расчета потенциальной опасности) в зависимости от полученных расчетных значений и зависимостей.

Исследования ведутся на регулируемых перекрестках с двухфазным циклом регулирования.

Выделяются внутри- и межфазные конфликты «транспорт–транспорт» в регулируемом режиме работы перекрестка и конфликты, которые возникают в нерегулируемом режиме (рис. 1).

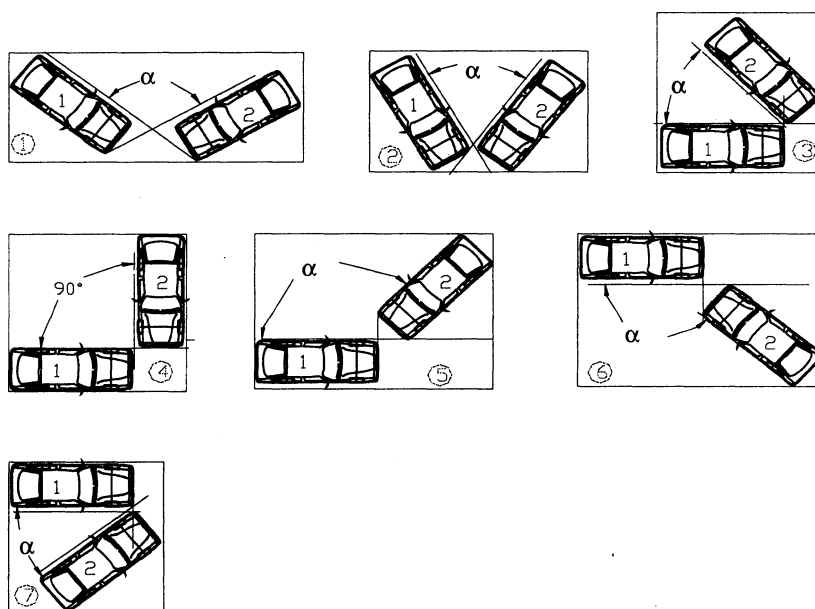


Рис. 1. Конфликты «транспорт–транспорт» (двухфазная организация цикла): 1 – левоповоротные потоки (внутрифазный конфликт); 2 – левоповоротные потоки (межфазный конфликт); 3 – транзитный левоповоротный (межфазный либо внутрифазный конфликт в случае движения на дополнительную секцию светофора); 4 – транзитные потоки (межфазный конфликт); 5 – транзитный левоповоротный (внутрифазный конфликт); 6 – транзитный левоповоротный (межфазный конфликт); 7 – транзитный правоповоротный (межфазный либо внутрифазный конфликт в случае движения на дополнительную секцию светофора)

Расчет потенциальной опасности производится для конфликтных точек (КФТ), конфликтных зон (КФЗ) и перекрестков в целом.

При взаимодействии двух конфликтующих участников образуется конфликтная точка, которая имеет элементарную конфликтную зону. Данная зона образуется из-за возможного отклонения от идеальной траектории движения каждого из конфликтующих участников (за идеальную траекторию принято движение транспортного средства по центру своей полосы движения). На

реальном регулируемом пересечении число конфликтных точек определяют с учетом числа полос движения по каждому направлению и разрешенных направлений движения (рис. 2).

В общем случае понятие «конфликтная зона» применительно к взаимодействию нескольких конфликтующих участников и определяется как «...конкретное ограниченное пространство, включающее в себя несколько конфликтных точек (зон), в котором одновременно могут находиться несколько конфликтующих участников».

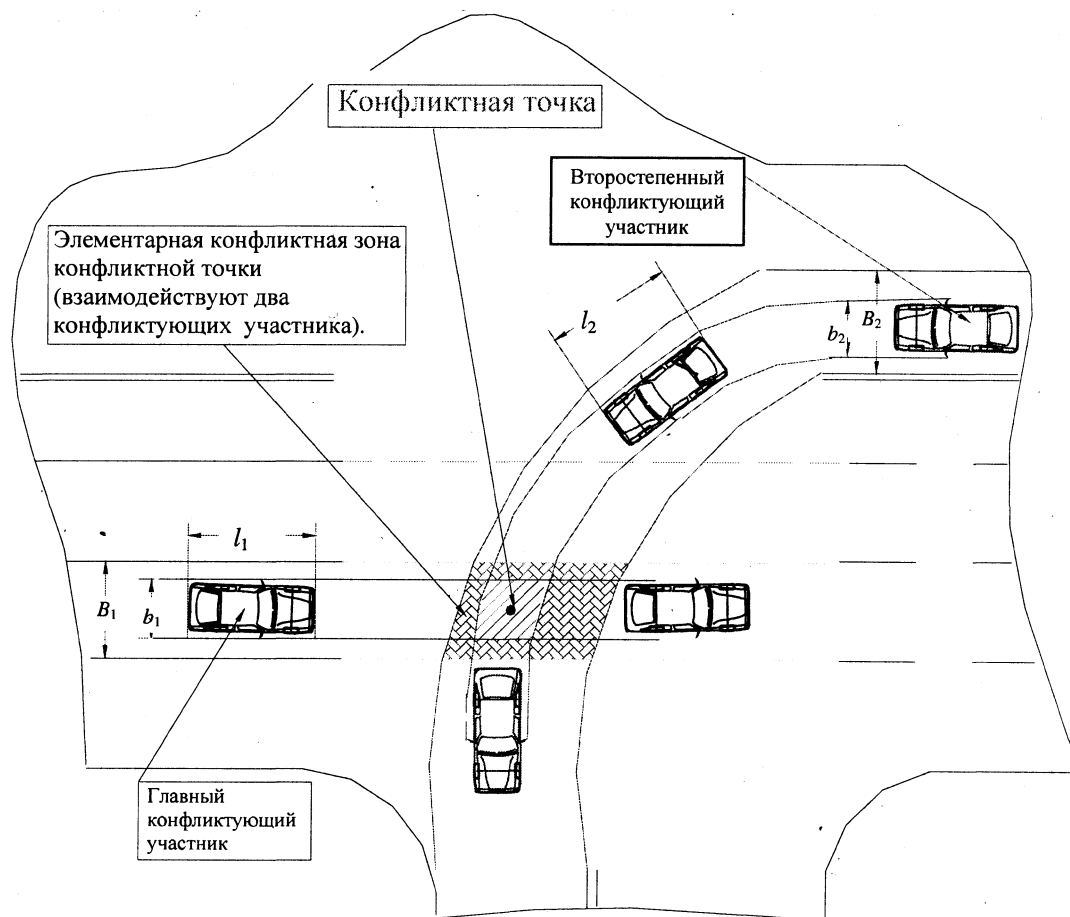


Рис. 2. Схема элементарной конфликтной зоны

Границы конфликтных зон определялись графически (рис. 3) с использованием автомобиля, габариты которого (длина и ширина) рассчитывались по формуле:

$$B_{за} = (5K_{пн} + 0,3)(1,8\sqrt{K_{пн}} + 0,3).$$

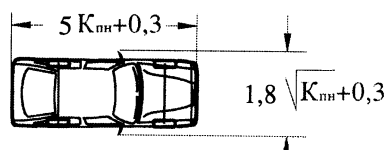


Рис. 3. Эталонный автомобиль при определении параметров конфликтной зоны

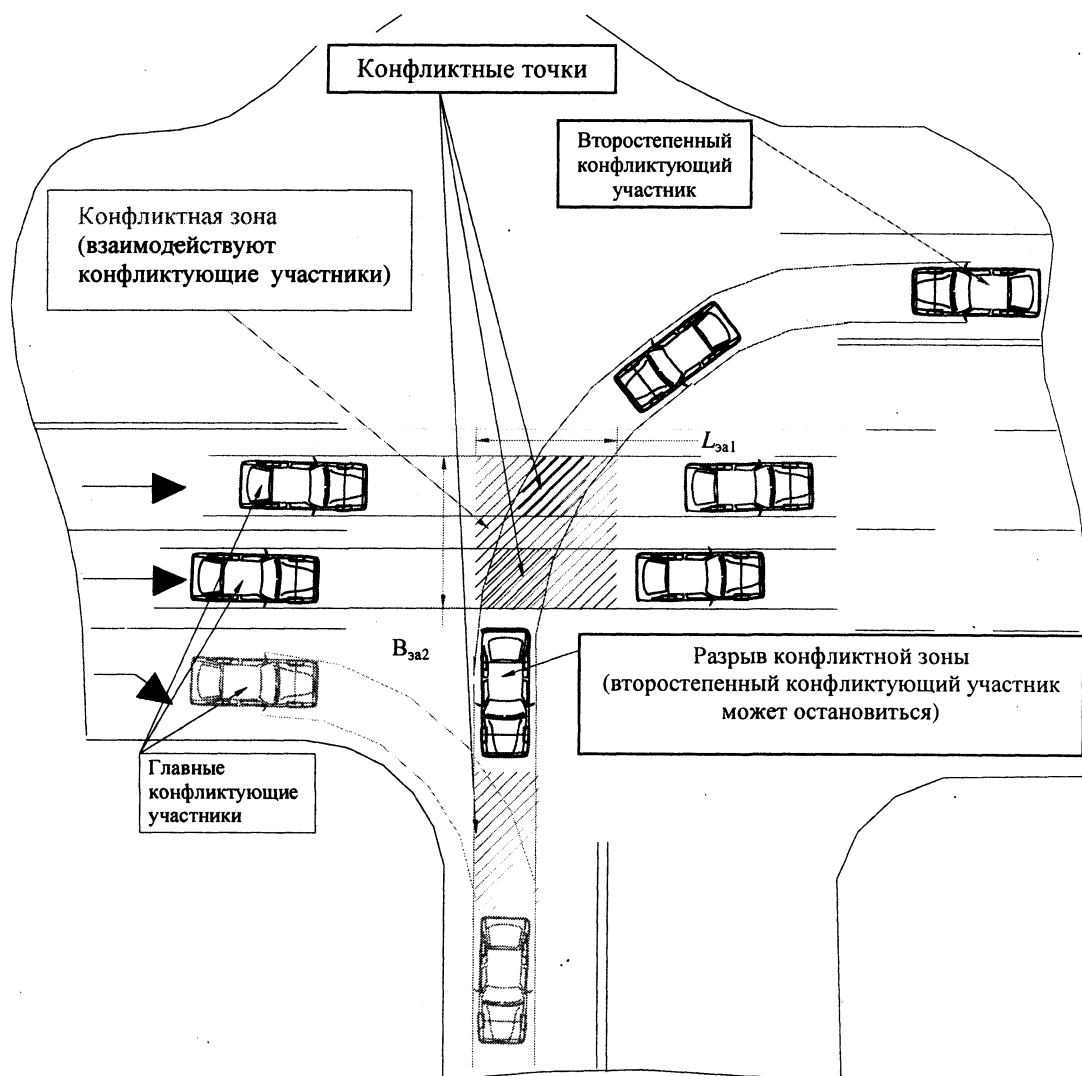


Рис. 4. Образование конфликтной зоны

С этих позиций возможно рассматривать весь перекресток (в зависимости от геометрии и специфики) как одну неделимую КФЗ. Критерием наличия различных (нескольких) КФЗ является возможность бесконфликтной остановки второстепенного эталонного автомобиля перед КФТ – разрыв КФЗ. Определяющим является второстепенный автомобиль, поскольку главный участ-

ник имеет преимущество при движении, и второстепенный должен ему уступать.

На основе теоретических данных получены статистически значимые модели связи аварийности и параметра потенциальной опасности (критерий Фишера для моделей составил не менее 90, а табличное значение критерия Фишера не превысило 4,17).

Средняя интенсивность движения, ед/ч	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
Средняя скорость движения, км/ч	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230
Средняя длина транспортного средства, м	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Средняя ширина транспортного средства, м	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4
Средняя масса транспортного средства, т	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8
Средняя мощность двигателя, кВт	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105
Средняя стоимость транспортного средства, тыс. руб.	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050
Средняя продолжительность эксплуатации, лет	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Средняя продолжительность эксплуатации, км	10000	20000	30000	40000	50000	60000	70000	80000	90000	100000	110000	120000	130000	140000	150000	160000	170000	180000	190000	200000